

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of : THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
Masayuki MASUYAMA et al. : TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
 : FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
 : ACCOUNT NO. 23-0975
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**
Filed March 18, 2004 : Attorney Docket No. 2004_0412A

SOLID-STATE IMAGE SENSING APPARATUS
AND DRIVING METHOD THEREOF

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2003-078890, filed March 20, 2003, and Japanese Patent Application No. 2004-041266, filed February 18, 2004, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application No. 2003-078890 is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Masayuki MASUYAMA et al.

By Michael S. Huppert
Michael S. Huppert
Registration No. 40,268
Attorney for Applicants

MSH/kjf
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
March 18, 2004



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 8 8 9 0
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 7 8 8 9 0]

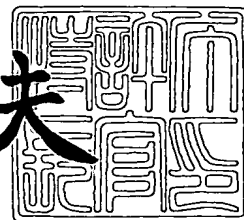
出 願 人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 2 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 5 5 8 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 2923240039

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式
 会社内

 【氏名】 梶山 雅之

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式
 会社内

 【氏名】 村上 雅史

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100109210

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 新居 広守

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 049515

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0213583

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置およびその駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に、光信号を信号電荷に変換する光電変換部と前記光電変換部の出力を増幅して増幅信号を出力する増幅部とからなる複数の単位セルを 2 次元状に配置してなる撮像領域と、列方向に前記単位セルの増幅信号を伝達する複数の垂直信号線と、前記撮像領域に配置された単位セルから行方向で単位セルを選択する水平方向選択手段と、前記撮像領域に配置された単位セルから列方向で単位セルを選択する垂直方向選択手段と、各列毎の垂直信号線に接続され、前記単位セルの増幅信号を蓄積する第 1 蓄積容量と、前記垂直方向選択手段を介して各列毎の垂直信号線に接続され、前記第 1 蓄積容量に蓄積された増幅信号を伝達する水平信号線とを備えた固体撮像装置であって、

複数行の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合に使用する前記第 1 蓄積容量の容量値は、複数行の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなわない場合に使用する前記第 1 蓄積容量の容量値よりも小さい

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 前記第 1 蓄積容量は、複数の第 2 蓄積容量からなり、

前記固体撮像装置は、さらに、

前記複数の第 2 蓄積容量から使用する第 2 蓄積容量を選択する容量選択手段を備え、

前記複数行の単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合には、加算する行毎で独立に第 2 蓄積容量を使用し、前記複数行の単位セルの増幅信号の加算をおこなわない場合には、複数の第 2 蓄積容量を全て使用する

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記第 2 蓄積容量の総数は、前記単位セルの増幅信号の加算をおこなう行数と等しい

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記第 1 蓄積容量は、クランプ容量を介して前記垂直信号線と接続されている

ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 前記第 2 蓄積容量の容量値は、前記複数行の単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合の S/N 比と前記複数行の単位セルの増幅信号の加算をおこなわない場合の S/N 比とが同等になるように決定される

ことを特徴とする請求項 4 記載の固体撮像装置。

【請求項 6】 前記第 2 蓄積容量の容量値は、 C_{cp} をクランプ容量の容量値とし、 C_{sp} を第 2 蓄積容量の容量値とし、 k を加算する行数として、下記の数式

$$C_{cp} : C_{sp} \div (1 - 1/\sqrt{k}) : (\sqrt{k} - 1)$$

から決定される

ことを特徴とする請求項 4 記載の固体撮像装置。

【請求項 7】 半導体基板上に、光信号を信号電荷に変換する光電変換部と前記光電変換部の出力を増幅して増幅信号を出力する増幅部とからなる複数の単位セルを 2 次元状に配置してなる撮像領域と、列方向に前記単位セルの増幅信号を伝達する複数の垂直信号線と、各列毎の垂直信号線に接続され、前記単位セルの増幅信号を蓄積する複数の蓄積容量とを備えた固体撮像装置の駆動方法であって、

複数行の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合において、前記複数の蓄積容量から使用する蓄積容量として独立に 1 つずつを選択した後に前記複数の蓄積容量から使用する蓄積容量として全てを選択し、複数行の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなわない場合において、前記複数の蓄積容量から使用する蓄積容量として全てを選択する

ことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像装置に関し、特に、画素信号の加算をおこなうことができる固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、携帯電話機等の移動端末の分野においては、カメラ機能を備えたものが普及してきた。移動端末が備えるカメラ機能については、高画素化（メガピクセル化）による静止画像の高画質化が要求され、ローコストのDSC（Digital Still Camera）に置き換わることが期待されている。また一方で、移動端末が備えるカメラ機能に対して、動画や通信を考慮に入れたQVGA（8万画素程度）以下の画像に対応することも要求されている。

【0003】

これらの要求に対応するために、例えばメガピクセルといわれるような高画素のCCD固体撮像装置において、間引きとよばれる画像の一部抜き取りによる画素の削除をおこなっている。また、増幅型固体撮像装置において、撮像装置内で垂直方向の画素信号の加算をおこなっている。

【0004】

図5は、「固体撮像装置」（特許文献1参照）の回路構成図を示す図であり、撮像装置内で垂直方向の画素信号の加算をおこなう固体撮像装置の一例である。

従来の固体撮像装置は、光信号を信号電荷に変換するフォトダイオード501と、フォトダイオード501の信号を読み出す読み出しトランジスタ502と、フォトダイオード501の信号電圧を増幅する増幅トランジスタ503と、フォトダイオード501の信号電圧をリセットするリセットトランジスタ504と、増幅された信号電圧を読み出す行を選択する垂直選択トランジスタ505と、フォトダイオード501の信号電圧を検出するFD（フローティングディフュージョン）部506とから構成される単位セル500と、 $n \times m$ 個の単位セル500が2次元的に配置されたイメージエリア510と、信号処理部550に単位セル500の信号電圧を列単位で伝達する第1の垂直信号線520と、単位セル500を行単位で選択する行選択回路530と、負荷トランジスタ群540と、第1の垂直信号線520を介して伝達された信号電圧を保持し、ノイズをカットする信号処理部550と、単位セル500を列単位で選択する列選択回路560と、信号処理部550から出力された信号電圧を出力アンプ580に伝達する水平信号線570と、出力アンプ580とから構成される。図5では、説明を簡略化す

るために、 n 行、 m 列の単位セル 500 が示されている。

【0005】

図6は、信号処理部 550 の回路構成図を示す図である。

信号処理部 550 は、第1の垂直信号線 520 と接続されたサンプルホールドトランジスタ 600 と、サンプルホールドトランジスタ 600 を介して第1の垂直信号線 520 に接続されたクランプ容量 610 と、クランプ容量 610 を介して第1の垂直信号線 520 に接続された第2の垂直信号線 620 と、第2の垂直信号線 620 と接続されたサンプリグトランジスタ 630 a、630 b、630 c と、クランプトランジスタ 640 と、第2の垂直信号線 620 に接続された列選択トランジスタ 650 と、サンプリグトランジスタ 630 a を介して第2の垂直信号線 620 と接続されたサンプリグ容量 660 a と、サンプリグトランジスタ 630 b を介して第2の垂直信号線 620 と接続されたサンプリグ容量 660 b と、サンプリグトランジスタ 630 c を介して第2の垂直信号線 620 と接続されたサンプリグ容量 660 c とから構成される。

【0006】

サンプルホールドトランジスタ 600 は、SP線をハイレベルにするサンプリグパルスの印加に対応して、ON状態となり、第1の垂直信号線 520 により伝達された信号電圧をクランプ容量 610 に伝達する。

【0007】

また、CP線をハイレベルにするクランプパルスの印加により、クランプトランジスタ 640 がON状態となり、クランプ容量 610 の端子BにはCPDC電圧が与えられる。クランプ容量 610 はリセット時の端子A-B間の電圧を保持することで、単位セル 500 毎で異なる固定パターンノイズを除去する。ここで、クランプ容量 610 の容量値を C_{cp} とする。

【0008】

第2の垂直信号線 620 は、第1の垂直信号線 520 からクランプ容量 610 を介して伝達された信号電圧を伝達する。

サンプリグトランジスタ 630 a は、SWA線をハイレベルにする容量選択パルスAの印加に対応して、ON状態となり、第2の垂直信号線 620 により伝

達された信号電圧をサンプリング容量 660a に転送する。また、サンプリングトランジスタ 630b は、SWB 線をハイレベルにする容量選択パルス B の印加に対応して、ON 状態となり、第 2 の垂直信号線 620 により伝達された信号電圧をサンプリング容量 660b に転送する。そして、サンプリングトランジスタ 630c は、SWC 線をハイレベルにする容量選択パルス C の印加に対応して、ON 状態となり、第 2 の垂直信号線 620 により伝達された信号電圧をサンプリング容量 660c に転送する。

【0009】

クランプトランジスタ 640 は、CP 線をハイレベルにするクランプパルスの印加に対応して、ON 状態となり、第 2 の垂直信号線 620 と、クランプ容量 610 と、サンプリング容量 660a、660b、660c とを CPDC 線の電位にリセットする。

【0010】

列選択トランジスタ 650 は、CSEL 線をハイレベルにする列選択パルスの印加に対応して、順次 ON 状態となり、サンプリング容量 660a、660b、660c に蓄積された電荷を水平信号線 570 に転送する。

【0011】

サンプリング容量 660a、660b、660c は、それぞれ各行毎に読み出された信号電圧を蓄積する。例えば、サンプリング容量 660a は、n 行目にある単位セル 500 から読み出された信号電圧を蓄積し、サンプリング容量 660b は、n-1 行目にある単位セル 500 から読み出された信号電圧を蓄積し、サンプリング容量 660c は、n-2 行目にある単位セル 500 から読み出された信号電圧を蓄積する。ここで、サンプリング容量 660a の容量値を C_{sp} 、サンプリング容量 660b の容量値を C_{sp} 、サンプリング容量 660c の容量値を C_{sp} とする。

【0012】

以上のような従来の固体撮像装置の動作について、図 7 に示す駆動タイミングチャートに沿って説明する。

n 行目の単位セル 500 が選択されると、LSET (n) 線をハイレベルにす

る行選択パルス (n) が n 行目の単位セル 500 の垂直選択トランジスタ 505 に印加される。垂直選択トランジスタ 505 は ON 状態となり、増幅トランジスタ 503 と負荷トランジスタ群 540 とでソースフォロア回路が形成され、単位セル 500 の電源電圧に追従した電圧がそのソースフォロア回路から第 1 の垂直信号線 520 に出力される。

【0013】

次に、SP 線をハイレベルにするサンプリングパルスがサンプルホールドトランジスタ 600 に印加される。サンプルホールドトランジスタ 600 は、ON 状態となり、ソースフォロア回路から第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧をクランプ容量 610 に保持する。このとき、CP 線をハイレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ 640 に印加される。クランプトランジスタ 640 は ON 状態となり、クランプ容量 610 が CPDC 線の電位にリセットされる。また、同時に SWA 線をハイレベルにする容量選択パルス A が印加されているので、サンプリングトランジスタ 630 a は ON 状態となり、サンプリング容量 660 a が CPDC 線の電位にリセットされる。

【0014】

次に、RESET (n) 線をハイレベルにするリセットパルス (n) がリセットトランジスタ 504 に印加される。リセットトランジスタ 504 は ON 状態となり、FD 部 506 の電位がリセットされる。FD 部 506 に接続している増幅トランジスタ 503 のゲート電圧は FD 部 506 の電位となり、この電圧に応じた電圧、具体的には $(FD \text{ 部の電位} - V_t) \times \alpha$ で与えられる電圧が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。ここで、 V_t は、増幅トランジスタ 503 の閾値電圧であり、 α は電圧増幅率である。

【0015】

次に、READ (n) 線をハイレベルにする読み出しパルス (n) が読み出しトランジスタ 502 に印加される。読み出しトランジスタ 502 は ON 状態となり、フォトダイオード 501 に蓄積した信号電荷が FD 部 506 に転送される。FD 部 506 に接続している増幅トランジスタ 503 のゲート電圧は FD 部 506 の電位となり、この電圧に応じた電圧、具体的には $(FD \text{ 部の電位} - V_t) \times$

α で与えられる電圧が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。このとき、CP 線をローレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ 640 に印加されているので、クランプトランジスタ 640 は OFF 状態となり、サンプリング容量 660a には、FD 部 506 の電位がリセットされたときに第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧と、フォトダイオード 501 に蓄積した信号電荷が FD 部 506 に転送されたときに第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧との差が n 行目の単位セル 500 の信号電圧として蓄積される。そして、SWA 線をローレベルにする容量選択パルス A が印加され、サンプリングトランジスタ 630a は OFF 状態となる。

【0016】

次に、n-1 行目の単位セル 500 が選択され、SWB 線をハイレベルにする容量選択パルス B が印加され、同様の動作が繰り返されることで、サンプリング容量 660b には、n-1 行目の単位セル 500 の信号電圧が蓄積される。そして、SWB 線をローレベルにする容量選択パルス B が印加され、サンプリングトランジスタ 630b は OFF 状態となる。

【0017】

次に、n-2 行目の単位セル 500 が選択され、SWC 線をハイレベルにする容量選択パルス C が印加され、同様の動作が繰り返されることで、サンプリング容量 660c には、n-2 行目の単位セル 500 の信号電圧が蓄積される。そして、SWC 線をローレベルにする容量選択パルス C が印加され、サンプリングトランジスタ 630c は OFF 状態となる。

【0018】

次に、SWA 線、SWB 線、および SWC 線をハイレベルにする容量選択パルス A、容量選択パルス B、および容量選択パルス C が同時に印加され、サンプリングトランジスタ 630a、630b、630c は ON 状態となる。

【0019】

次に、CSEL (m) 線をハイレベルにする列選択パルス (m)、CSEL (m-1) 線をハイレベルにする列選択パルス (m-1)、・・・を列選択トランジスタ 650 に順次印加され、各列選択トランジスタ 650 は順次 ON 状態とな

り、サンプリング容量 660a とサンプリング容量 660b とサンプリング容量 660c とに蓄積された信号電圧が加算されて水平信号線 570 に順次出力される。

【0020】

以上のような動作において、n 行目の単位セル 500 の信号電圧をサンプリング容量 660a に蓄積するために、クランプトランジスタ 640 と列選択トランジスタ 650 とが OFF 状態となり、サンプリングトランジスタ 630a が ON 状態となって、クランプ容量 610 とサンプリング容量 660a とにより形成された回路のゲインは (1) 式のように計算される。

$$G = C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})$$

・・・ (1)

【0021】

ここで、n-1、n-2 行目の単位セル 500 の信号電圧をサンプリング容量 660b、660c に蓄積するために、クランプ容量 610 とサンプリング容量 660b とにより形成された回路のゲイン、クランプ容量 610 とサンプリング容量 660c とにより形成された回路のゲインも同様に (1) 式のように計算される。

【0022】

【特許文献 1】

特開 2000-106653 号公報

【0023】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来の固体撮像装置において、サンプリング容量 660a、660b、660c に蓄積された信号電圧の加算をおこなわず独立に水平信号線 570 に出力する場合、出力される信号電圧は、列選択トランジスタ 650 の ON、OFF に起因する飛び込みノイズの影響を受け、その飛び込みノイズの影響を抑える必要があるので、 C_{sp} は数 pF となる。また、(1) 式より計算される回路のゲイン低下をおさえる為に C_{cp} は数 pF から数十 pF となる。そのために、例えば、 C_{sp} が 5 pF であり、 C_{cp} が 5 pF である場合、単位セル 500 の

信号電圧をサンプリング容量 $660a$ に蓄積するために形成される回路のゲインは、(1) 式より計算され、 0.5 という小さな値となるという問題がある。

【0024】

更に、従来の固体撮像装置において、サンプリング容量 $660a$ 、 $660b$ 、 $660c$ の容量が単位面積当たり数 $f/\mu m^2$ あるため、信号処理部 550 の面積は大きくなり、画素信号の加算をおこなうために形成される回路は、チップ面積を増大させるという問題がある。例えば、 C_{sp} が $5pF$ であり、サンプリング容量 $660a$ 、 $660b$ 、 $660c$ の単位面積当たりの容量が $5f/\mu m^2$ である場合、サンプリング容量 $660a$ 、 $660b$ 、 $660c$ の面積は、それぞれ $1000\mu m^2$ となり、その合計は $3000\mu m^2$ という大きな面積となる。

【0025】

そこで、本発明は、かかる問題点に鑑み、チップ面積を増大させることなく画素信号を加算することができる固体撮像装置を実現することを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明に関わる固体撮像装置は、半導体基板上に、光信号を信号電荷に変換する光電変換部と前記光電変換部の出力を増幅して増幅信号を出力する増幅部とからなる複数の単位セルを2次元状に配置してなる撮像領域と、列方向に前記単位セルの増幅信号を伝達する複数の垂直信号線と、前記撮像領域に配置された単位セルから行方向で単位セルを選択する水平方向選択手段と、前記撮像領域に配置された単位セルから列方向で単位セルを選択する垂直方向選択手段と、各列毎の垂直信号線に接続され、前記単位セルの増幅信号を蓄積する第1蓄積容量と、前記垂直方向選択手段を介して各列毎の垂直信号線に接続され、前記第1蓄積容量に蓄積された増幅信号を伝達する水平信号線とを備えた固体撮像装置であって、複数行の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合に使用する前記第1蓄積容量の容量値は、複数行の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなわない場合に使用する前記第1蓄積容量の容量値よりも小さいことを特徴とする。

【0027】

これによって、単位セルの増幅信号を加算するために、固体撮像装置は大きな容量値を持つ蓄積容量を必要としないので、チップ面積を増大することなく、単位セルの増幅信号を加算することができるという効果が発揮される。

【0028】

また、前記第1蓄積容量は、複数の第2蓄積容量からなり、前記固体撮像装置は、さらに、前記複数の第2蓄積容量から使用する第2蓄積容量を選択する容量選択手段を備え、前記複数行の単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合には、加算する行毎で独立に第2蓄積容量を使用し、前記複数行の単位セルの増幅信号の加算をおこなわない場合には、複数の第2蓄積容量を全て使用してもよい。

【0029】

これによって、使用する単位セルを選択することにより単位セルの増幅信号の加算をする場合と単位セルの増幅信号の加算をしない場合を選択することができるので、単位セルの増幅信号の加算をする場合と単位セルの増幅信号の加算をしない場合との両方に対応させることができるという効果が発揮される。

【0030】

また、前記第1蓄積容量は、クランプ容量を介して前記垂直信号線と接続されてもよい。

これによって、単位セル毎で異なる固定パターンノイズを除去することができるという効果が発揮される。

【0031】

また、前記第2蓄積容量の容量値は、前記複数行の単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合のS/N比と前記複数行の単位セルの増幅信号の加算をおこなわない場合のS/N比とが同等になるように決定されてもよい。

【0032】

これによって、蓄積容量の容量値を最適化する方法を提供することができるという効果が発揮される。

また、前記第2蓄積容量の容量値は、 C_{cp} をクランプ容量の容量値とし、 C_{sp} を蓄積容量の容量値とし、 k を加算する行数として、下記の数式

$$C_{cp} : C_{sp} \doteq (1 - 1/\sqrt{k}) : (\sqrt{k} - 1)$$

から決定されてもよい。

【0033】

これによって、蓄積容量の容量値を最適化することができるという効果が発揮される。

【0034】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態)

以下、本発明の実施の形態における増幅型固体撮像装置について、図面を参照しながら説明する。

【0035】

図1は、本発明の本実施の形態における増幅型固体撮像装置の回路構成図である。図1において、図5と同一の要素には同一の符号が付されており、それらに関する詳しい説明はここでは省略する。

【0036】

本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、チップ面積を増大することなく、単位セルから読み出した信号電圧を加算することができる固体撮像装置を実現することを目的とするものであって、従来の固体撮像装置とは異なる信号処理部を有し、信号処理部100と、単位セル500と、イメージエリア510と、第1の垂直信号線520と、行選択回路530と、第1の垂直信号線520と接続された負荷トランジスタ群540、列選択回路560と、水平信号線570と、水平信号線570と接続された出力アンプ580とから構成される。図1では、説明を簡略化するために、n行、m列の単位セル500が示されている。

【0037】

単位セル500は、光信号を信号電荷に変換するフォトダイオード501と、フォトダイオード501の信号を読み出す読み出しトランジスタ502と、フォトダイオード501の信号電圧を増幅する増幅トランジスタ503と、フォトダイオード501の信号電圧をリセットするリセットトランジスタ504と、増幅された信号電圧を読み出す行を選択する垂直選択トランジスタ505と、フォトダイオード501の信号電圧を検出するFD部506とから構成される。

【0038】

ここで、信号処理部100の回路構成図を図2に示す。図2において、図6と同一の要素には同一の符号が付されており、それらに関する詳しい説明はここでは省略する。

【0039】

信号処理部100は、従来の固体撮像装置とは異なるサンプリング容量を有し、第1の垂直信号線520と接続されたサンプルホールドトランジスタ600と、サンプルホールドトランジスタ600を介して第1の垂直信号線520に接続されたクランプ容量610と、クランプ容量610を介して第1の垂直信号線520に接続された第2の垂直信号線620と、第2の垂直信号線620と接続されたサンプリングトランジスタ630a、630b、630c、クランプトランジスタ640、列選択トランジスタ650と、サンプリングトランジスタ630aを介して第2の垂直信号線620と接続されたサンプリング容量200aと、サンプリングトランジスタ630bを介して第2の垂直信号線620と接続されたサンプリング容量200bと、サンプリングトランジスタ630cを介して第2の垂直信号線620と接続されたサンプリング容量200cと、水平信号線570と接続された水平信号線容量210とから構成される。

【0040】

サンプリング容量200a、200b、200cは、それぞれ各行毎に読み出された信号電圧を蓄積する。例えば、サンプリング容量200aは、n行目にある単位セル500から読み出された信号電圧を蓄積し、サンプリング容量200bは、n-1行目にある単位セル500から読み出された信号電圧を蓄積し、サンプリング容量200cは、n-2行目にある単位セル500から読み出された信号電圧を蓄積する。ここで、サンプリング容量200aの容量値を $C_{sp}/3$ 、サンプリング容量200bの容量値を $C_{sp}/3$ 、サンプリング容量200cの容量値を $C_{sp}/3$ とする。なお、 C_{sp} は従来の固体撮像装置のサンプリング容量660a、660b、660cの容量値である。

【0041】

水平信号線容量210は、列選択トランジスタ650と水平信号線570とに

よる浮遊容量を表したものである。ここで、水平信号線容量 210 の容量値を C_{com} とする。

【0042】

以上のように構成された本発明の実施の形態における増幅型固体撮像装置の動作（単位セル 500 の信号電圧の加算をおこなわない場合）について、図 3 に示す駆動タイミングチャートに沿って説明する。

【0043】

n 行目の単位セル 500 が選択されると、 $LSET(n)$ 線をハイレベルにする行選択パルス（ n ）が n 行目の単位セル 500 の垂直選択トランジスタ 505 に印加される。垂直選択トランジスタ 505 は ON 状態となり、増幅トランジスタ 503 と負荷トランジスタ群 540 とでソースフォロア回路が形成され、単位セル 500 の電源電圧に追従した電圧がそのソースフォロア回路から第 1 の垂直信号線 520 に出力される。

【0044】

次に、 SP 線をハイレベルにするサンプリングパルスがサンプルホールドトランジスタ 600 に印加される。サンプルホールドトランジスタ 600 は、ON 状態となり、ソースフォロア回路から第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧をクランプ容量 610 に保持する。このとき、 CP 線をハイレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ 640 に印加される。クランプトランジスタ 640 は ON 状態となり、クランプ容量 610 が $CPDC$ 線の電位にリセットされる。また、同時に SWA 線を常にハイレベルにする容量選択パルス A と、 SWB 線を常にハイレベルにする容量選択パルス B と、 SWC 線を常にハイレベルにする容量選択パルス C とが印加されているので、サンプリングトランジスタ 630a、630b、630c は常に ON 状態となり、サンプリング容量 200a、200b、200c が $CPDC$ 線の電位にリセットされる。

【0045】

次に、 $RSET(n)$ 線をハイレベルにするリセットパルス（ n ）がリセットトランジスタ 504 に印加される。リセットトランジスタ 504 は ON 状態となり、 FD 部 506 の電位がリセットされる。 FD 部 506 に接続している増幅ト

ランジスタ 503 のゲート電圧は F D 部 506 の電位となり、この電圧に応じた電圧、具体的には $(F D \text{ 部の電位} - V_t) \times \alpha$ で与えられる電圧が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。

【0046】

次に、READ (n) 線をハイレベルにする読み出しパルス (n) が読み出しトランジスタ 502 に印加される。読み出しトランジスタ 502 は ON 状態となり、フォトダイオード 501 に蓄積した信号電荷が F D 部 506 に転送される。F D 部 506 に接続している増幅トランジスタ 503 のゲート電圧は F D 部 506 の電位となり、この電圧とはほぼ同等の電圧が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。このとき、C P 線をローレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ 640 に印加されているので、クランプトランジスタ 640 は OFF 状態となり、サンプリング容量 200a、200b、200c には、F D 部 506 の電位がリセットされたときに第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧と、フォトダイオード 501 に蓄積した信号電荷が F D 部 506 に転送されたときに第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧との差が n 行目の単位セル 500 の信号電圧として蓄積される。

【0047】

次に、CSEL (m) 線をハイレベルにする列選択パルス (m)、CSEL (m-1) 線をハイレベルにする列選択パルス (m-1)、・・・を列選択トランジスタ 650 に順次印加する。各列選択トランジスタ 650 は順次 ON 状態となり、サンプリング容量 200a、200b、200c に蓄積された信号電圧が水平信号線 570 に順次出力される。

【0048】

以上のような動作に基づく、単位セル 500 の信号電圧の加算をおこなわない場合の信号処理部 100 のゲインは、以下のように計算される。

まず、n 行目の単位セル 500 の信号電圧をサンプリング容量 200a、200b、200c に蓄積するために、クランプトランジスタ 640 と列選択トランジスタ 650 とが OFF 状態となり、サンプリングトランジスタ 630a、630b、630c が ON 状態となって、クランプ容量 610 とサンプリング容量 2

00a、200b、200cとにより形成された回路のゲインは(2)式のように計算される。

$$G3 = C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})$$

... (2)

【0049】

次に、蓄積された単位セル500の信号電圧を水平信号線570に出力するために、サンプルホールドトランジスタ600とクランプトランジスタ640とがOFF状態となり、列選択トランジスタ650とサンプリングトランジスタ630a、630b、630cとがON状態となって、サンプリング容量200a、200b、200cと水平信号線容量210とにより形成された回路のゲインは(3)式のように計算される。

$$G4 = C_{sp} / (C_{sp} + C_{com})$$

... (3)

【0050】

そして、(2)式、(3)式から得られたG3とG4とから単位セル500の信号電圧の加算をおこなわない場合の信号処理部100のゲインは(4)式のように計算される。

$$G = G3 \times G4$$

$$= (C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})) \times (C_{sp} / (C_{sp} + C_{com}))$$

... (4)

【0051】

次に、本発明の実施の形態における増幅型固体撮像装置の動作(単位セル500の信号電圧の加算をおこなう場合)について、図4に示す駆動タイミングチャートに沿って説明する。

【0052】

n行目の単位セル500が選択されると、LSET(n)線をハイレベルにする行選択パルス(n)がn行目の単位セル500の垂直選択トランジスタ505に印加される。垂直選択トランジスタ505はON状態となり、増幅トランジスタ503と負荷トランジスタ群540とでソースフォロア回路が形成され、単位

セル 500 の電源電圧に追従した電圧がそのソースフォロア回路から第 1 の垂直信号線 520 に出力される。

【0053】

次に、SP線をハイレベルにするサンプリングパルスがサンプルホールドトランジスタ 600 に印加される。サンプルホールドトランジスタ 600 は、ON状態となり、ソースフォロア回路から第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧をクランプ容量 610 に保持する。このとき、CP線をハイレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ 640 に印加される。クランプトランジスタ 640 は ON 状態となり、クランプ容量 610 が CPDC 線の電位にリセットされる。また、同時に SWA 線をハイレベルにする容量選択パルス A が印加されているので、サンプリングトランジスタ 630 a は ON 状態となり、サンプリング容量 200 a が CPDC 線の電位にリセットされる。

【0054】

次に、RESET (n) 線をハイレベルにするリセットパルス (n) がリセットトランジスタ 504 に印加される。リセットトランジスタ 504 は ON 状態となり、FD部 506 の電位がリセットされる。FD部 506 に接続している増幅トランジスタ 503 のゲート電圧は FD部 506 の電位となり、この電圧に応じた電圧、具体的には $(FD部の電位 - V_t) \times \alpha$ で与えられる電圧が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。

【0055】

次に、READ (n) 線をハイレベルにする読み出しパルス (n) が読み出しトランジスタ 502 に印加される。読み出しトランジスタ 502 は ON 状態となり、フォトダイオード 501 に蓄積した信号電荷が FD部 506 に転送される。FD部 506 に接続している増幅トランジスタ 503 のゲート電圧は FD部 506 の電位となり、この電圧とはほぼ同等の電圧が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。このとき、CP線をローレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ 640 に印加されているので、クランプトランジスタ 640 は OFF 状態となり、サンプリング容量 200 a には、FD部 506 の電位がリセットされたときに第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧と、フォトダイオード 501 に蓄

積した信号電荷がFD部506に転送されたときに第1の垂直信号線520に出力された電圧との差がn行目の単位セル500の信号電圧として蓄積される。そして、SWA線をローレベルにする容量選択パルスAが印加され、サンプリングトランジスタ630aはOFF状態となる。

【0056】

次に、n-1行目の単位セル500が選択され、SWB線をハイレベルにする容量選択パルスBが印加され、同様の動作が繰り返されることで、サンプリング容量200bには、n-1行目の単位セル500の信号電圧が蓄積される。そして、SWB線をローレベルにする容量選択パルスBが印加され、サンプリングトランジスタ630bはOFF状態となる。

【0057】

次に、n-2行目の単位セル500が選択され、SWC線をハイレベルにする容量選択パルスCが印加され、同様の動作が繰り返されることで、サンプリング容量200cには、n-2行目の単位セル500の信号電圧が蓄積される。そして、SWC線をローレベルにする容量選択パルスCが印加され、サンプリングトランジスタ630cはOFF状態となる。

【0058】

次に、SWA線、SWB線、およびSWC線をハイレベルにする容量選択パルスA、容量選択パルスB、および容量選択パルスCが同時に印加され、サンプリングトランジスタ630a、630b、630cはON状態となる。

【0059】

次に、CSEL(m)線をハイレベルにする列選択パルス(m)、CSEL(m-1)線をハイレベルにする列選択パルス(m-1)、・・・を列選択トランジスタ650に順次印加する。各列選択トランジスタ650はON状態となり、サンプリング容量200aとサンプリング容量200bとサンプリング容量200cとに蓄積された信号電圧が加算されて水平信号線570に順次出力される。

【0060】

以上のような動作に基づく、単位セル500の信号電圧の加算をおこなう場合の信号処理部100のゲインは、以下のように計算される。

まず、 n 行目の単位セル 500 の信号電圧をサンプリング容量 200 a に蓄積するために、クランプトランジスタ 640 と列選択トランジスタ 650 とが OFF 状態となり、サンプリングトランジスタ 630 a が ON 状態となって、クランプ容量 610 とサンプリング容量 200 a とにより形成された回路のゲインは (5) 式のように計算される。

$$G5 = C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp} / 3) \\ \dots (5)$$

【0061】

例えば、 C_{sp} と C_{cp} とが 5 pF である場合、信号処理部 550 のゲインは、(5) 式より計算され、約 0.75 となる。この値は、従来の固体撮像装置におけるゲインよりも 50% 大きい。

【0062】

ここで、 $n-1$ 、 $n-2$ 行目の単位セル 500 の信号電圧をサンプリング容量 200 b、200 c に蓄積するために、クランプ容量 610 とサンプリング容量 200 b とにより形成された回路のゲイン、クランプ容量 610 とサンプリング容量 200 c とにより形成された回路のゲインも同様に (5) 式のように計算される。

【0063】

次に、加算された n 、 $n-1$ 、 $n-2$ 行目の単位セル 500 の信号電圧を水平信号線 570 に出力するために、サンプルホールドトランジスタ 600 とクランプトランジスタ 640 とが OFF 状態となり、列選択トランジスタ 650 とサンプリングトランジスタ 630 a、630 b、630 c とが ON 状態となって、サンプリング容量 200 a、200 b、200 c と水平信号線容量 210 とにより形成された回路のゲインは (6) 式のように計算される。

$$G6 = C_{sp} / (C_{sp} + C_{com}) \\ \dots (6)$$

【0064】

そして、(5) 式、(6) 式から得られた $G5$ と $G6$ とから単位セル 500 の信号電圧の加算をおこなう場合の信号処理部 100 のゲインは (7) 式のように

計算される。

$$G = G_5 \times G_6$$

$$= (C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp} / 3)) \times (C_{sp} / (C_{sp} + C_{com}))$$

... (7)

【0065】

なお、十分な信号処理部 100 のゲインを得るために水平信号線容量 210 の容量値 C_{com} は、サンプリング容量の容量値 C_{sp} と、クランプ容量の容量値 C_{cp} と同等の容量値であるのが好ましいので、 C_{com} 、 C_{sp} 、 C_{cp} は、例えば (8) 式の関係を持つとする。

$$C_{com} = C_{sp} = C_{cp}$$

... (8)

【0066】

そして、 C_{sp} と C_{com} とが 5 pF である場合、信号処理部 550 のゲインは、(7) 式、(8) 式より計算され、約 0.38 となる。

【0067】

以上のように本実施の形態によれば、(5) 式により計算される単位セル 500 の信号電圧をサンプリング容量 200 a に蓄積するために形成された回路のゲインは大きな値となり、また、その回路のゲインに基づいて (7) 式により計算される信号処理部 550 のゲインも大きな値となり、かつ、単位セル 500 の信号電圧の加算をおこなうために用意した 3 つのサンプリング容量 200 a、200 b、200 c の容量値の合計も小さな値となる。よって、大きな容量値を持つ、つまり、大きな面積を持つサンプリング容量を用意することなく単位セル 500 の信号電圧の加算をおこなうことができるので、本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、チップ面積を増大することなく単位セル 500 の信号電圧を加算することができる。例えば、 C_{sp} が 5 pF であり、 C_{cp} が 5 pF であり、サンプリング容量 200 a、200 b、200 c の単位面積当たりの容量が $5 \text{ f} / \mu\text{m}^2$ である場合、単位セル 500 の信号電圧をサンプリング容量 660 a に蓄積するために形成される回路のゲインは、従来の固体撮像装置では 0.5 という小さ

な値となるのに対して、本実施の形態の増幅型固体撮像装置では0.75という十分な値となり、かつ、サンプリング容量の面積は、従来の固体撮像装置では $3000\mu\text{m}^2$ という大きな値となるのに対して、本実施の形態の増幅型固体撮像装置では $1000\mu\text{m}^2$ という十分な値となる。

【0068】

また、容量選択パルスA、容量選択パルスB、および容量選択パルスCを変化させることにより、単位セル500の信号電圧を加算する場合と、単位セル500の信号電圧を加算しない場合とを選択することができる。よって、本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、単位セル500の信号電圧を加算する場合と単位セル500の信号電圧を加算しない場合との両方に対応することができる。

【0069】

ここで、単位セル500の信号電圧をk行加算する場合のS/N比（信号対雑音比）は、フォトダイオード501の光ショットノイズにより、 \sqrt{k} （加算画素数）に比例して向上する。よって、出力アンプ580を含む後段回路にてNaという一定のノイズが存在し、単位セル500の信号電圧を加算する場合も単位セル500の信号電圧を加算しない場合も出力信号レベルSは一定であるとする、単位セル500の信号電圧を3行加算したときのS/N比は $\sqrt{3}$ に比例して向上する。しかし、単位セル500の信号電圧を3行加算する場合のS/N比は単位セル500の信号電圧を加算しない場合のS/N比よりも良くなる必要はないので、単位セル500の信号電圧を加算する場合のS/N比と単位セル500の信号電圧を加算しない場合のS/N比とを同等にすることによりCs pの最適化をおこなうことができる。

【0070】

以上で述べたことに基づいて、Cs pの最適化をおこなうための（9）式が導出される。ここで（9）式において、左辺は、単位セル500の信号電圧を加算しない場合のゲインであり、右辺は、単位セル500の信号電圧を3行加算する場合のゲインを $\sqrt{3}$ 倍したものである。

$$(C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp} / 3)) \times (C_{sp} / (C_{sp} + C_{com})) = \sqrt{3} \times (C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})) \times (C_{sp} / (C_{sp} + C_{com}))$$

... (9)

【0071】

(9) 式から C_{sp} の最適値を与える式が求められ、(10) 式となる。

$$C_{cp} : C_{sp} = (1 - 1/\sqrt{3}) : (\sqrt{3} - 1)$$

... (10)

【0072】

例えば、 C_{cp} が 5 pF である場合、(10) 式から C_{sp} は約 8 pF となる。

【0073】

なお、本実施の形態において、単位セル 500 の信号電圧を 3 行加算する場合について例示した。しかし、(11) 式により最適化された容量値 C_{sp} を有するサンプリング容量を k 個用意することにより、本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、単位セル 500 の信号電圧を k 行加算してもよい。

$$C_{cp} : C_{sp} = (1 - 1/\sqrt{k}) : (\sqrt{k} - 1)$$

... (11)

【0074】

また S/N 比は、通常 ± 3 dB ($= \pm \sqrt{2}$) 程度の差は許容されるレベルにあるので、 C_{cp} と C_{sp} の比は、

$$(1 - 1/\sqrt{(k/2)}) : (\sqrt{(k/2)} - 1)$$

から

$$(1 - 1/\sqrt{(2k)}) : (\sqrt{(2k)} - 1)$$

の範囲、つまり C_{cp} と C_{sp} の比として ± 3 dB ($= \pm \sqrt{2}$) の範囲で最適化してもよい。

【0075】

以上のように本実施の形態によれば、単位セル 500 の信号電圧を加算する場合の S/N 比と単位セル 500 の信号電圧を加算しない場合の S/N 比とを同等にすることにより C_{sp} の最適化をおこなうことができる。よって、本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、単位セル 500 の信号電圧を加算する場合と単位セル 500 の信号電圧を加算しない場合とに対応する固体撮像装置において、最適

な C_{sp} を決定することができる。

【0076】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明に係る固体撮像装置によれば、単位セルの信号電圧を加算するために大きな容量値を持つ蓄積容量を用意する必要がないので、チップ面積を増大することなく、画質劣化のない画像圧縮を可能にするという効果が奏される。また、本発明に係る固体撮像装置によれば、使用する蓄積容量を選択することにより単位セルの信号電圧を加算する場合と単位セルの信号電圧を加算しない場合とを選択することができるので、高画素を必要とする場合と必要最小限の画素を必要とする場合とに対応した固体撮像装置を提供することができるという効果が奏される。また、本発明に係る固体撮像装置によれば、単位セルの信号電圧を蓄積する蓄積容量の容量値を最適化することができるという効果が奏される。

【0077】

よって、本発明により、チップ面積を増大することなく、間引きといった方法と異なる画質劣化のない画像圧縮を可能にする固体撮像装置を提供することが可能となり、移動端末が備えるカメラの静止画像を高画質化し、かつ、そのカメラは動画や通信に対応することができるので、本発明の固体撮像装置の実用的価値は極めて高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態における増幅型固体撮像装置の回路構成図を示す図である。

【図2】

同増幅型固体撮像装置の信号処理部100の回路構成図を示す図である。

【図3】

同増幅型固体撮像装置の動作（単位セル500の信号電圧の加算をおこなわない場合）を示す駆動タイミングチャートである。

【図4】

同増幅型固体撮像装置の動作（単位セル 5 0 0 の信号電圧の加算をおこなう場合）を示す駆動タイミングチャートである。

【図 5】

従来の型固体撮像装置の回路構成図を示す図である。

【図 6】

従来の固体撮像装置の信号処理部 5 5 0 の回路構成図を示す図である。

【図 7】

従来の固体撮像装置の動作を示す駆動タイミングチャートである。

【符号の説明】

1 0 0	信号処理部
2 0 0 a、2 0 0 b、2 0 0 c	サンプリング容量
2 1 0	水平信号線容量
5 0 0	単位セル
5 0 1	フォトダイオード
5 0 2	読み出しトランジスタ
5 0 3	増幅トランジスタ
5 0 4	リセットトランジスタ
5 0 5	垂直選択トランジスタ
5 0 6	F D 部
5 1 0	イメージエリア
5 2 0	第 1 の垂直信号線
5 3 0	行選択回路
5 4 0	負荷トランジスタ群
5 5 0	信号処理部
5 6 0	列選択回路
5 7 0	水平信号線
5 8 0	出力アンプ
6 0 0	サンプルホールドトランジスタ
6 1 0	クランプ容量

6 2 0 第 2 の垂直信号線

6 3 0 a、6 3 0 b、6 3 0 c サンプリグトランジスタ

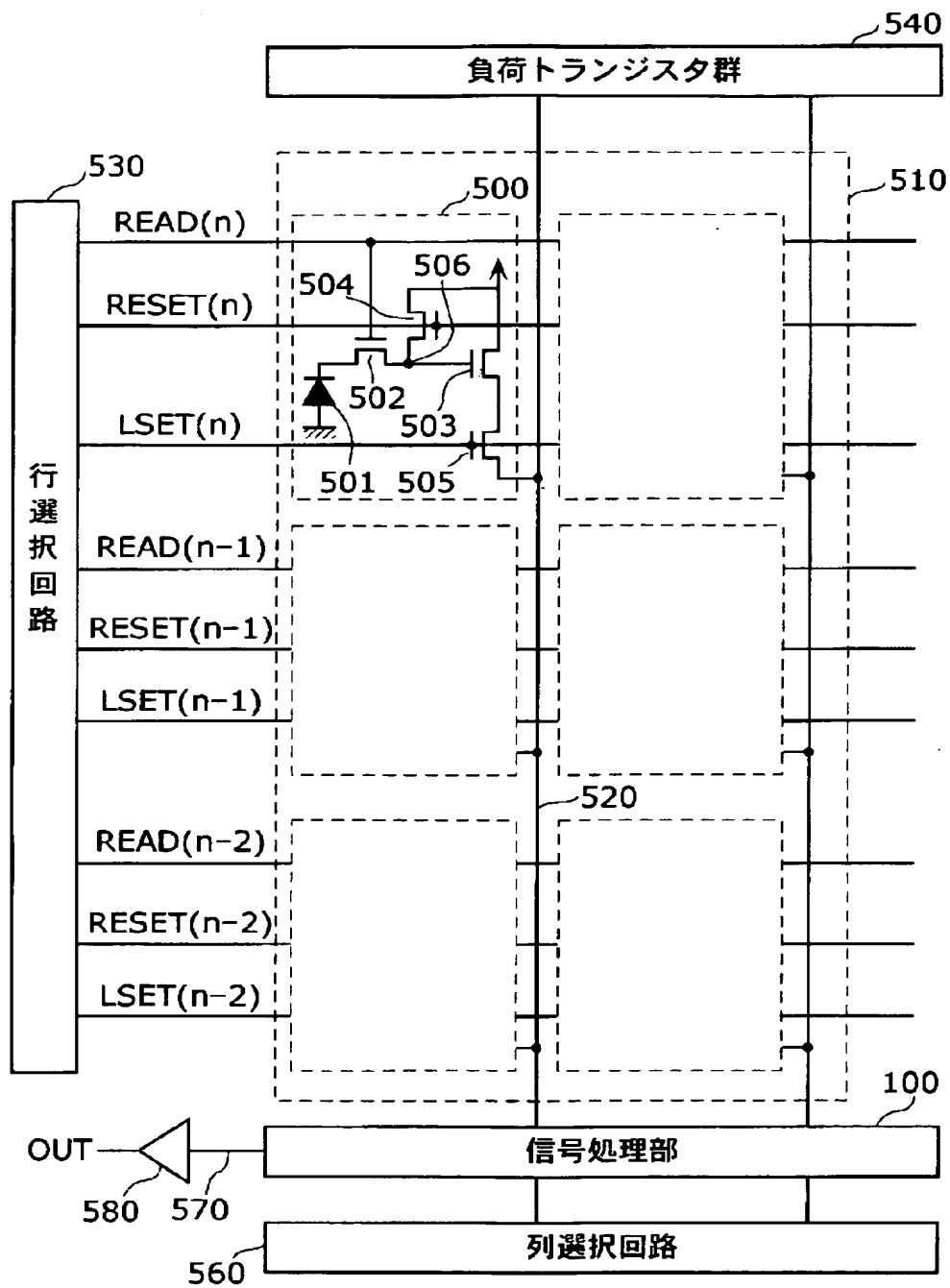
6 4 0 クランプトランジスタ

6 5 0 列選択トランジスタ

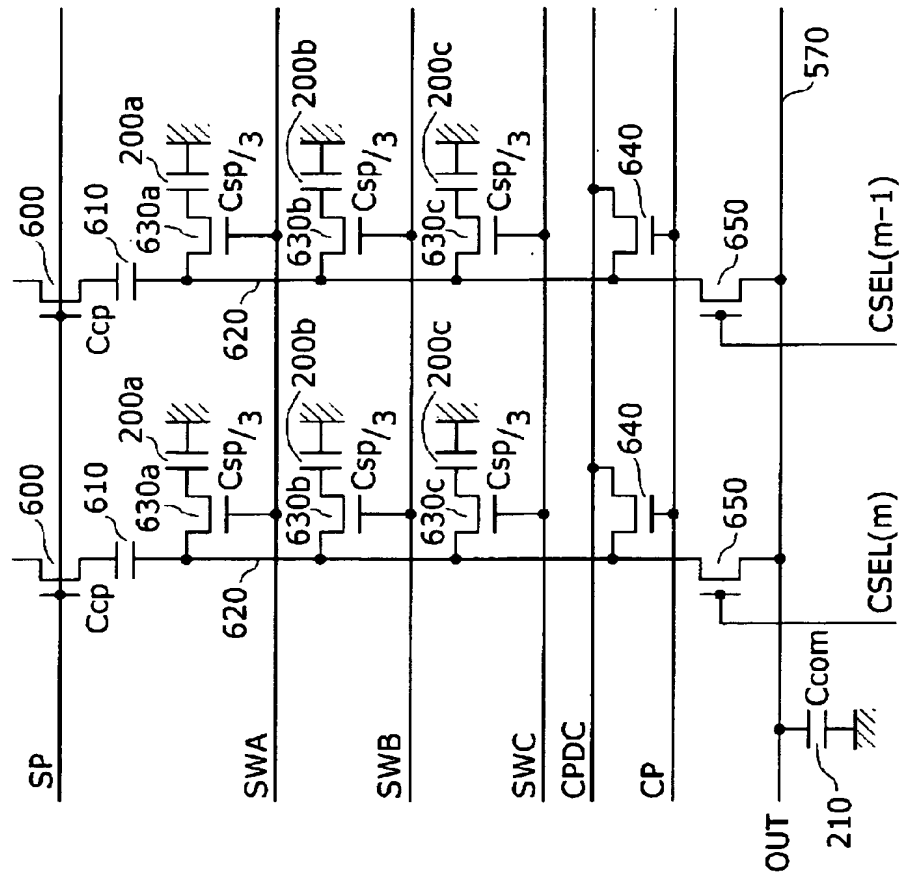
6 6 0 a、6 6 0 b、6 6 0 c サンプリグ容量

【書類名】 図面

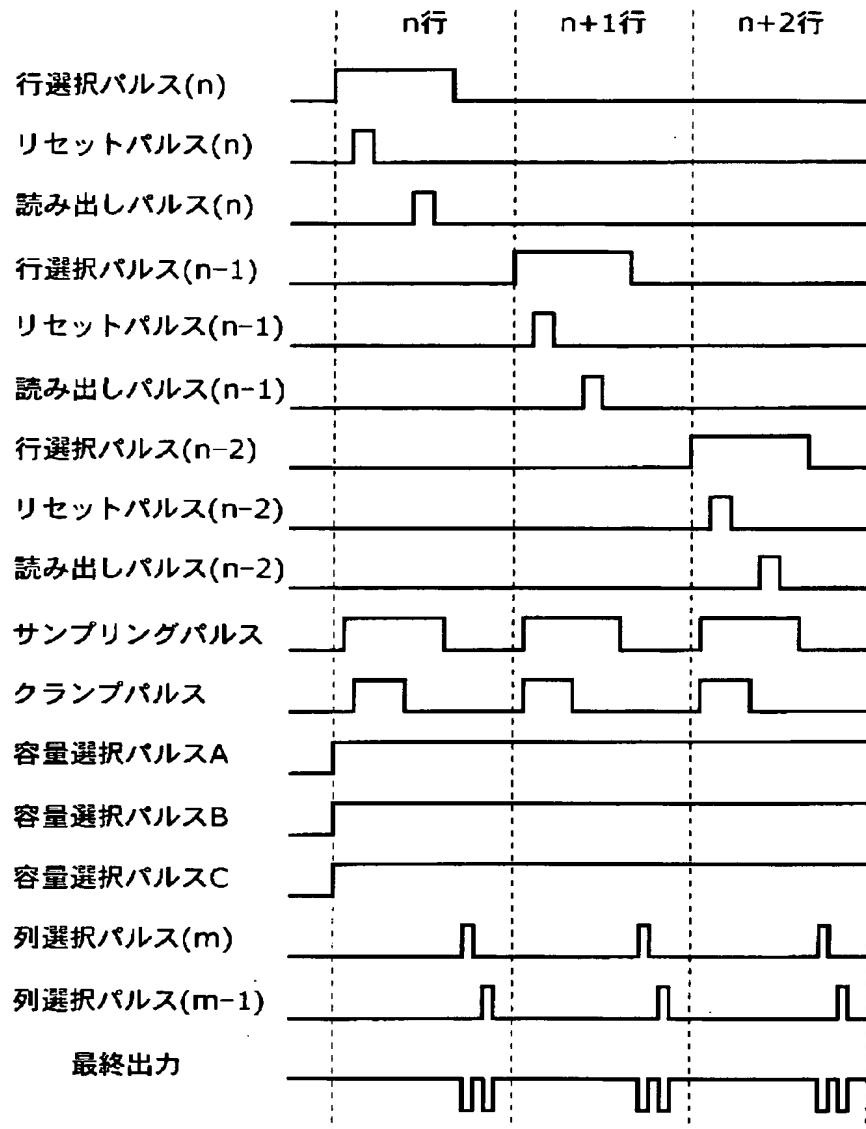
【図 1】



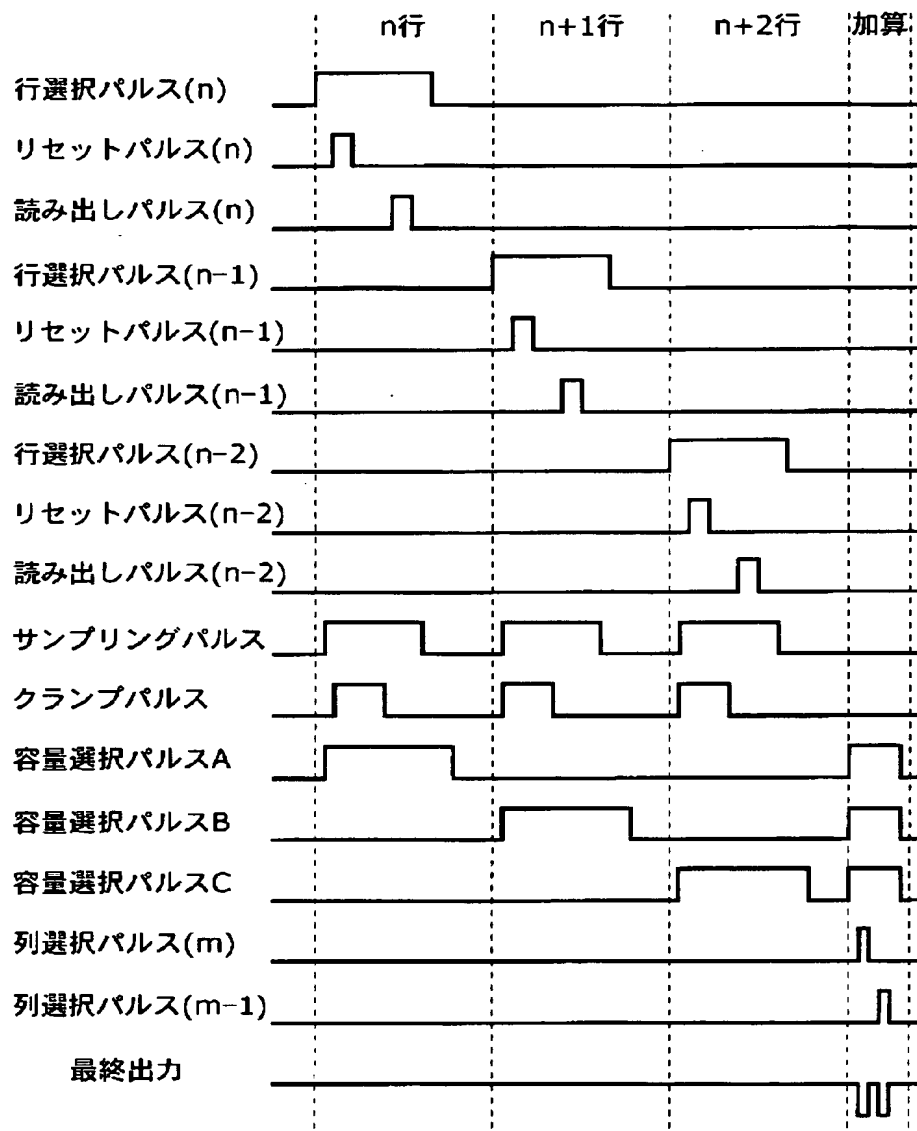
【図 2】



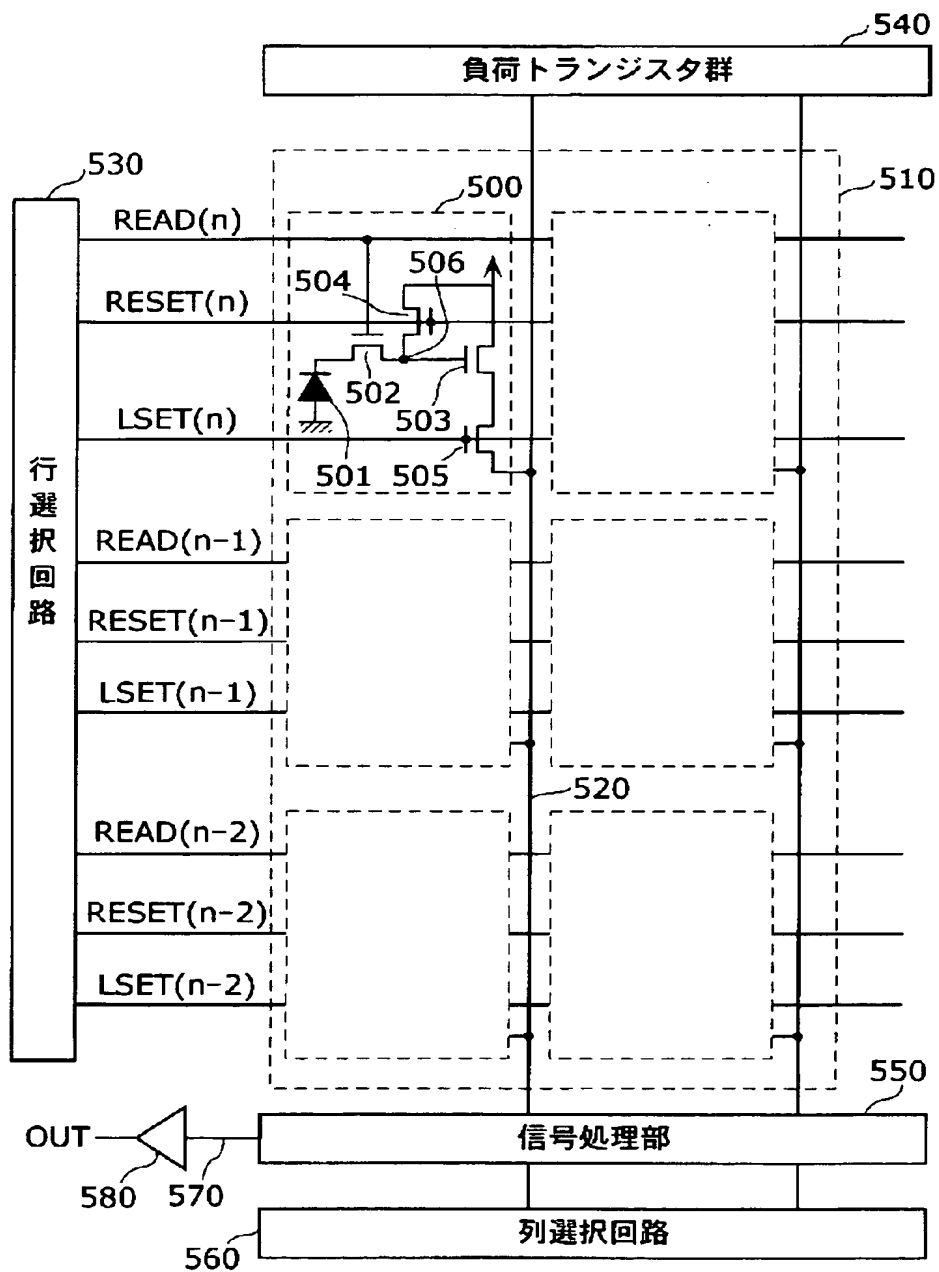
【図 3】



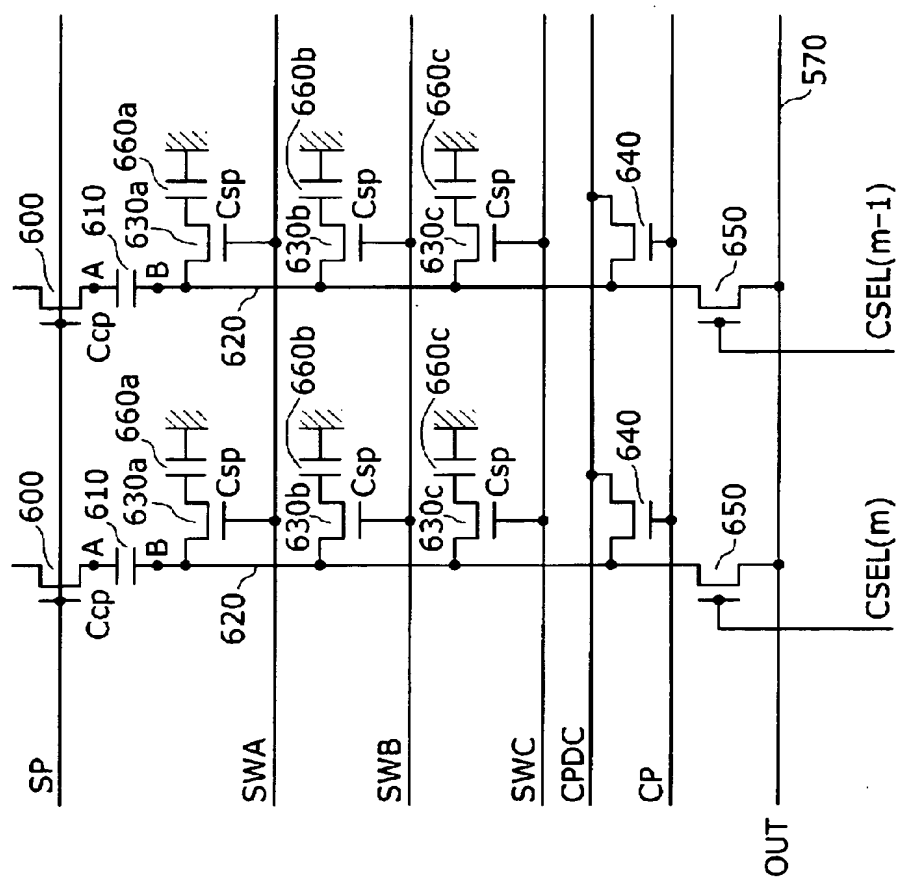
【図 4】



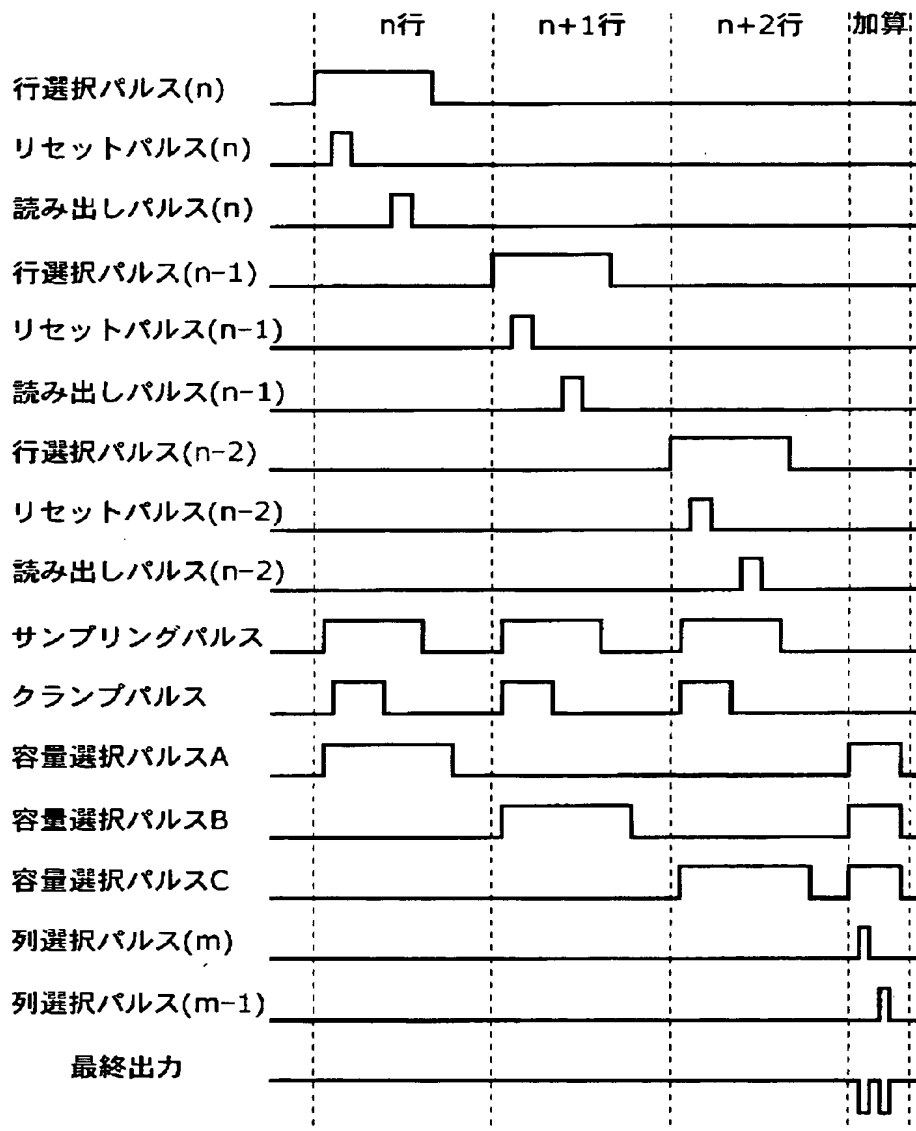
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 チップ面積を増大することなく、画素信号を加算することができる固体撮像装置およびその駆動方法を実現する。

【解決手段】 光電変換部501と光電変換部501の出力を増幅して増幅信号を出力する増幅トランジスタ503とからなる複数の単位セル500を2次元状に配置した撮像領域510と、列方向に単位セル500の増幅信号を伝達する複数の第1の垂直信号線520と、行方向に単位セル500を選択する行選択回路530と、各列毎の第1の垂直信号線520に接続され、単位セル500の増幅信号の加算をおこなう場合と単位セル500の増幅信号の加算をおこなわない場合とを選択し、単位セル500の増幅信号の加算を実行する信号処理部100と、列方向に単位セル500を選択する列選択回路560と、信号処理部100から出力された増幅信号を伝達する水平信号線570とを備える。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 7 8 8 9 0
受付番号	5 0 3 0 0 4 6 4 1 2 3
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 3 月 2 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月20日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 7 8 8 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社